

明 細 書

自動調心ころ軸受およびその加工方法

<技術分野>

本発明は、ころのスキューによる摩擦、発熱を抑制し、長寿命が得られる自動調心ころ軸受およびその加工方法に関する。

<背景技術>

各種ロールネック軸受、車両用軸受あるいは各種産業用軸受等として自動調心ころ軸受が広く使用されている。

このような自動調心ころ軸受は、その作動中において、ころが正常な状態で回転しない場合、例えばころが大きな負のスキュー角をもって回転するようになると、軸受内部の摩擦、発熱が増大するなどの不都合が生じ、ひいては転がり疲れ寿命を短縮させることが知られている。

そのため、作動中のころのスキュー角を制御する技術が種々開発されており、例えば、内輪と外輪の軌道面の相対的な表面粗さを異ならせる（外輪の軌道面表面粗さを内輪軌道面表面粗さよりも粗くする）加工方法が従来から提案されている（特公昭57-61933公報参照）。

一方、大きな負のスキュー角を避ける方法として、内外輪軌道面およびころ転動面のうち、少なくとも一つの面について、軸受中心側の部分と軸受側面側の部分との表面粗さを異ならせる方法が提案されている（特許第2900527号参照）。

この中で、「外輪軌道面は、ころとの接触面のうち軸受側面側においてころが接触する部分の表面粗さを、上記接触部分以外の少なくとも軸受中心側におけるころとの接触部分の表面粗さよりも小さくする。」という構成が課題を解決するための手段の一つにあげられている（特開平11-226855公報参照）。

<発明の開示>

特公昭57-61933公報の加工方法の例として、内輪軌道面を超仕上げ加工で仕上げ、外輪軌道面を特開平11-226855公報で示すようなカップ砥石による研削加工で仕上げ、外輪軌道面を内輪軌道面に対して粗く仕上げる方法がある。

しかし、外輪軌道面をカップ砥石で研削仕上げした場合、図7で示すような曲線状の加工目200が軌道面101にできるため、加工目200の交差する部位201が軌道面両端部120で多く、軌道面中央部110に行くに従い少なくなる現象が見られる。

このため、この加工方法で仕上げられた外輪軌道面101を軸方向に測定すると、図8(a), (b), (c)に示すように、外輪100の軌道面101の中央部110と軌道面両端部120で粗さが異なっている（軌道面中央部110に対し軌道面両端部120の粗さが粗くなる。）ことがわかる。図8(a)は軌道面左端部、(b)は軌道面中央部、(c)は軌道面の右端部における夫々の表面粗さを示した図面である。よって、カップ砥石で研削すると、加工目により軸受中心側に比べ軸受側面側の表面粗さが粗くなるので、特許第2900527号より負のスキュー角が発生しやすい表面状態になっているといえる。ころのスキューによる摩擦、発熱を抑制するには、特許第2900527号に示すような構成も望ましいが、軸受の設計諸元、使用条件等に応じて、外輪ところとの接触部分の表面粗さを異ならせる程度、表面粗さの異なる各部分の境界領域を変えるのは手間がかかる。

本発明は、従来技術の有するこのような問題点に鑑みなされたもので、その目的とするところは、ころの過大な負のスキューを発生させない長寿命の自動調心ころ軸受およびその加工方法を提供することである。

本発明は、複列軌道を有する内輪と、複列一体の球面軌道を有する外輪と、前記内輪軌道および前記外輪軌道間に複列に組み込まれる複数個のころと、前記ころを転動可能に保持する保持器とを有し、前記外輪の球面軌道の軌道面には互いに交差する加工目が形成され、前記加工目は、前記軌道面の円周方向に対して所

定の交差角をもって略直線状に刻設され、前記軌道面の表面粗さが、少なくとも前記ころと接触している部分において軸方向及び円周方向に略一定とされている、自動調心ころ軸受を提供する。

好ましくは、前記加工目が、前記軌道面の円周方向に対して 90° から 150° の交差角をもって刻設されている。

好ましくは、前記外輪の前記軌道面の表面粗さが、軸方向と円周方向ともに中心線平均粗さで 0.15 から $0.4 \mu\text{mRa}$ 以内であり、軸方向と円周方向の表面粗さの差が $0.1 \mu\text{mRa}$ 以内であり、スキューネス (Rsk) が -0.4 以下であり、前記内輪の軌道面の表面粗さが、軸方向の中心線平均粗さで、 $0.1 \mu\text{mRa}$ 以下となっている。

本発明は、自動調心ころ軸受の外輪の軌道面に、互いに交差する加工目を超仕上げ加工にて形成する工程を備えた、自動調心ころ軸受の加工方法を提供する。

好ましくは、互いに交差する加工目が、軌道面の円周方向に対して 90° 乃至 150° の交差角をもって刻設されている。

好ましくは、前記加工目を形成する工程は、前記外輪をその中心軸周りに回転させ、前記外輪内に砥石を挿入し、前記砥石により前記軌道面を加圧しつつ前記軌道面の曲率に沿って揺動させることを含む。

上記のように構成したことで、外輪軌道面の表面粗さは軸方向、円周方向ともに略一定の粗さとなり、また、外輪軌道面の表面粗さを内輪軌道面の表面粗さより粗くしているため、ころの過大な負のスキューが発生しなくなる。それとともに、超仕上げ加工したことで表面の残留応力が圧縮となり、加工変質層も研削に比較して薄くなる効果もあり長寿命となる。

<図面の簡単な説明>

図1は、本発明の一実施形態を示す概略断面図である。

図2は、外輪軌道面の加工目を示す概略図である。

図3(a) - (c)は、本発明の加工方法によるみぞ粗さ(軸方向)を示す図であり、図3(a)は軌道面の左側、図3(b)は軌道面の中央、図3(c)は軌

道面の右側の表面粗さを夫々示す。

図 4 は、本発明の加工方法のみぞ粗さ（円周方向）を示す図である。

図 5 は、寿命試験結果を示す図である。

図 6 は、テープ加工による加工方法の一実施形態を示す概略図である。

図 7 は、従来の加工方法により形成された外輪軌道面の加工目を示す概略図である。

図 8（a）－（c）は、従来の加工方法によるみぞ粗さ（軸方向）を示す図であり、図 8（a）は軌道面の左側、図 8（b）は軌道面の中央、図 8（c）は軌道面の右側の表面粗さを夫々示す図である。

図 9 は、本発明における超仕上げ加工の概略図である。

図 10 は、砥粒の運動軌跡を示す図である。

<発明を実施するための最良の形態>

以下、本発明の一実施形態を図に基づいて説明する。

本実施形態では、例えば図 1 に示す自動調心ころ軸受をその一例として挙げて説明するが、他の構成の自動調心ころ軸受を本発明の範囲内で適用することは可能である。自動調心ころ軸受は、複列軌道 1 a を有する内輪 1 と、複列一体の球面軌道 2 a を有する外輪 2 と、これら内輪軌道 1 a と外輪軌道 2 a 間に複列に組み込まれる複数個のころ 3 と、該ころ 3 を転動可能に保持する保持器 4 とから構成されている。

本発明は、前記外輪 2 の軌道面 2 a に互いに交差する所定の加工目 5 を形成した点に特徴的な構成を有するため、その特徴的な構成部分についての説明に留め、その他の各構成部分についての説明は省略する。なお、その他の各構成部分、例えば内輪 1 ・外輪 2 ・ころ 3 ・保持器 4 などにあつては本発明の範囲内で適宜設計変更可能である。

外輪 2 の軌道面 2 a は、円周方向に連続する所望深さ・曲率の球面状（外輪軸方向にわたり径方向で断面した形状）に形成され、その軌道面 2 a に図 2 に示すような複数の加工目 5 が形成されている。なお、図 2 は、外輪全体を、軸方向に

わたり径方向（縦方向）で断面した状態を示し、加工目 5 を判りやすくするために一部誇張して描いている。

加工目 5 は、略直線状であり、軌道面 2 a の円周方向 S に対して所定の角度をもって互いに交差するよう刻設されており、具体的には、軌道面 2 a の円周方向 S に対して 90° 乃至 150° の交差角 θ をもって刻設されている。さらに、外輪軌道面 2 a の表面粗さを軸方向 A と円周方向 S とともに中心線平均粗さで 0.15 乃至 $0.4 \mu\text{mRa}$ 以内とすると共に、軸方向 A と円周方向 S の表面粗さの差を $0.1 \mu\text{mRa}$ 以内とし、スキューネス (Rsk) を -0.4 以下、内輪の粗さを $0.1 \mu\text{mRa}$ 以内に設定している。

以上の設定値は実験により求めた最適値であり、加工目 5 の交差角 θ が 90° 未満では、軸方向 A の表面粗さが円周方向 S の表面粗さに対して粗くなり過ぎ、上記で設定した軸方向 A と円周方向 S の表面粗さ差が $0.1 \mu\text{mRa}$ 以内に入らなくなる。

また、交差角 θ が 150° を超すと、円周方向 S の表面粗さが軸方向 A の表面粗さに対して粗くなり過ぎ、上記で設定した軸方向 A と円周方向 S の表面粗さの差が $0.1 \mu\text{mRa}$ 以内に入らなくなる。

表面粗さの設定値は、 $0.15 \mu\text{mRa}$ 以下では内輪との表面粗さの差が小さいため、ころの過大な負のスキューを防ぐことが出来ない。また、 $0.4 \mu\text{mRa}$ より粗くなると摩擦による発熱が大きくなり、最悪の場合は焼付きが起こる。

また、軸方向 A と円周方向 S の表面粗さの差が大きいところのスキューを制御することが難しくなる。

そしてスキューネス (Rsk) を -0.4 以下とすることで、例え油膜切れが発生しても、加工目 5 を形成した結果得られる多数の微小突起部 6 で荷重を支えるため大きな応力集中を防ぐことが出来る。

本実施形態では、加工目 5 は互いに交差し、その交差角 θ は 120° とした。また、その加工面の表面粗さを測定すると、軸方向 A、円周方向 S とともに概ね $0.3 \mu\text{mRa}$ となっている（図 3 (a) - (c)、図 4）。図 3 (a) は軌道面 2 a の左端、(b) は軌道面 2 a の中央、(c) は軌道面 2 a の右端部分における夫々の

軸方向表面粗さを示した図面である。図 4 は、円周方向表面粗さを示した図面である。この図から見ても、軌道面 2 a の表面粗さは、軸方向 A、円周方向 S ともに略一定の粗さであることが伺える。また、スキューネス (R s k) も -0.4 以下となっている。

このような自動調心ころ軸受の外輪軌道面 2 a に形成される加工目 5 は、超仕上げにて形成される。

図 9 に外輪軌道面の超仕上げの一例を示す。回転治具 (図示せず) により支持されて回転する外輪 2 の軌道面に棒状の砥石 8 を上部から加圧し (加圧装置図示せず)、砥石 8 を軌道面の曲率に沿って軸方向に揺動させながら加工する。

ここで砥石 8 の一個の砥粒の運動軌跡を示すと図 10 の様な正弦波になる。砥石には無数の砥粒が存在するため、外輪の回転数と砥石の揺動数の比を適正に設定すると外輪軌道面には加工目 5 が形成される。

なお、超仕上げに使用される超仕上盤は従来周知の工作機械が本発明の範囲内で適宜選択使用される。

また、図 6 にはテープ加工による実施例を示す。この実施例では砥石を用いず、代りに先端が砥石の先端円弧状と同じ形状をなす押圧治具 7 と、治具の先端に密着される研磨テープが用いられる。

研磨テープの片面、即ち研磨作用面には研磨材が付着されており、研磨テープは押圧治具 7 により軌道面に押付けられながら、押圧治具 7 と研磨テープが一体で軌道面の曲率に沿って揺動することで加工する。

図 5 に、転動疲労寿命試験の結果を示す。これによれば、従来の加工方法により加工された外輪を備えた自動調心ころ軸受 (従来品) に比して、本発明の加工方法により加工された外輪を備えた自動調心ころ軸受は、 L_{10} 寿命比が格段と大きいことがわかり、従来品の数倍長寿命であることが確認できる。

本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。

本出願は、2003 年 9 月 17 日出願の日本特許出願 (特願 2003-324011) に基づ

くものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

＜産業上の利用可能性＞

本発明は、各種ロールネック軸受、車両用軸受あるいは各種産業用軸受等として用いられる自動調心ころ軸受に利用することができる。

請 求 の 範 囲

1. 複列軌道を有する内輪と、
複列一体の球面軌道を有する外輪と、
前記内輪軌道および前記外輪軌道間に複列に組み込まれる複数個のころと、
前記ころを転動可能に保持する保持器とを有し、
前記外輪の球面軌道の軌道面には互いに交差する加工目が形成され、
前記加工目は、前記軌道面の円周方向に対して所定の交差角をもって略直線状に刻設され、
前記軌道面の表面粗さが、少なくとも前記ころと接触している部分において軸方向及び円周方向に略一定とされている、自動調心ころ軸受。
2. 前記加工目が、前記軌道面の円周方向に対して 90° から 150° の交差角をもって刻設されている、請求の範囲第1項記載の自動調心ころ軸受。
3. 前記外輪の前記軌道面の表面粗さが、軸方向と円周方向ともに中心線平均粗さで 0.15 から $0.4 \mu\text{m Ra}$ 以内であり、軸方向と円周方向の表面粗さの差が $0.1 \mu\text{m Ra}$ 以内であり、スキューネス (Rsk) が -0.4 以下であり、
前記内輪の軌道面の表面粗さが、軸方向の中心線平均粗さで、 $0.1 \mu\text{m Ra}$ 以下である、請求の範囲第1項記載の自動調心ころ軸受。
4. 自動調心ころ軸受の外輪の軌道面に、互いに交差する加工目を超仕上げ加工にて形成する工程を備えた、自動調心ころ軸受の加工方法。
5. 互いに交差する加工目が、軌道面の円周方向に対して 90° 乃至 150° の交差角をもって刻設されている、請求の範囲第4項記載の自動調心ころ軸受の加工方法。

6. 前記加工目を形成する工程は、前記外輪をその中心軸周りに回転させ、前記外輪内に砥石を挿入し、前記砥石により前記軌道面を加圧しつつ前記軌道面の曲率に沿って揺動させることを含む、請求の範囲第4項記載の自動調心ころ軸受の加工方法。

図 1

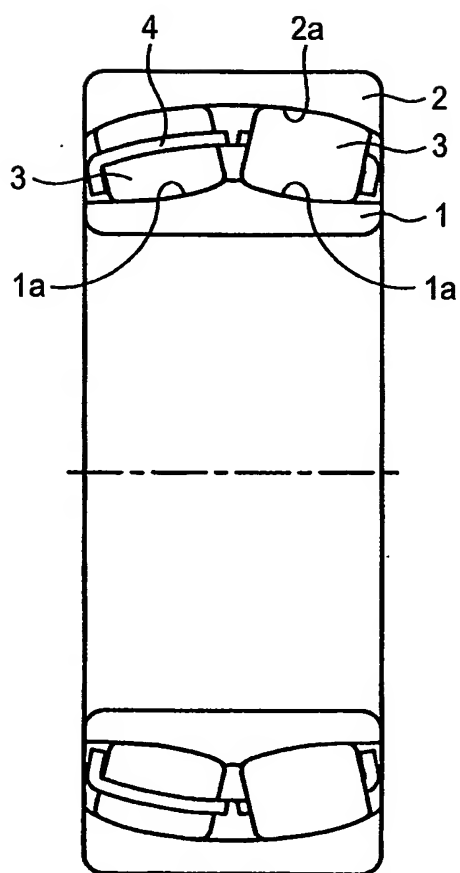


図 2

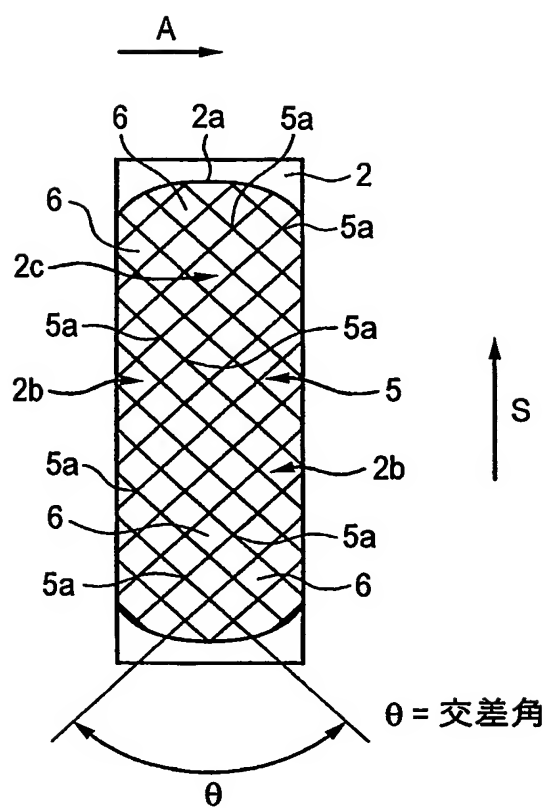


図 3 (a)

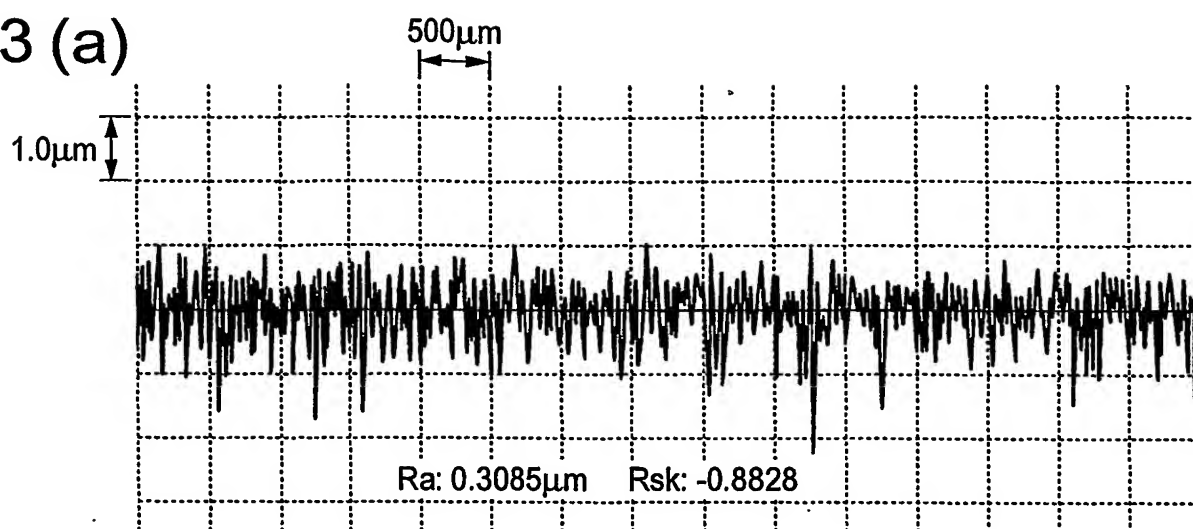


図 3 (b)

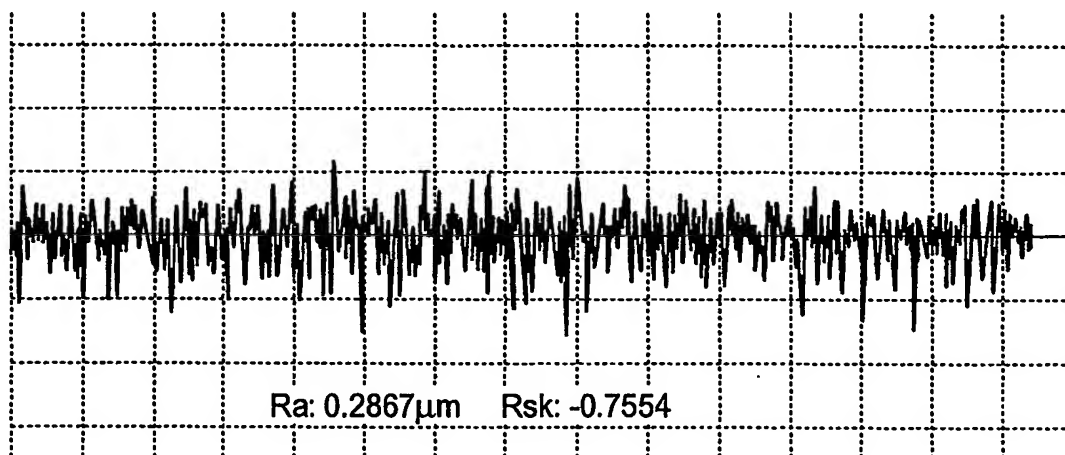


図 3 (c)

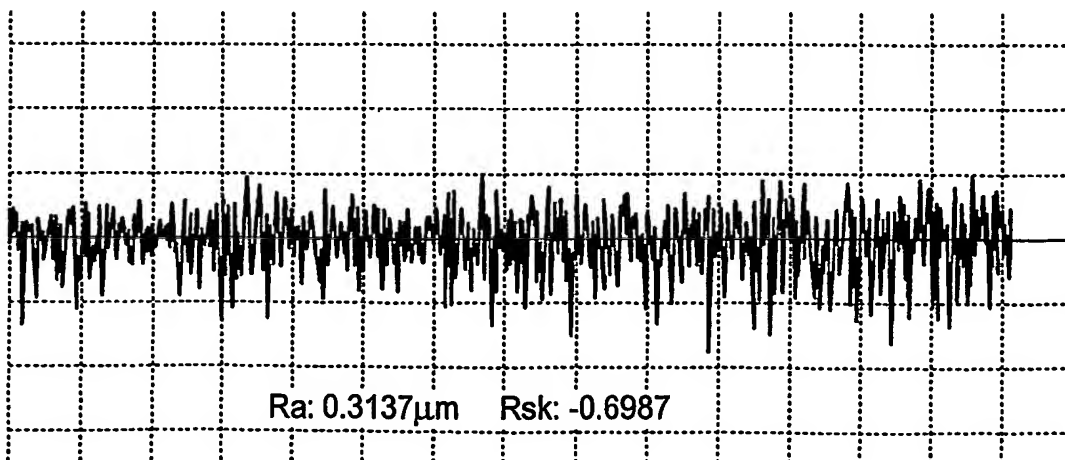


図 4

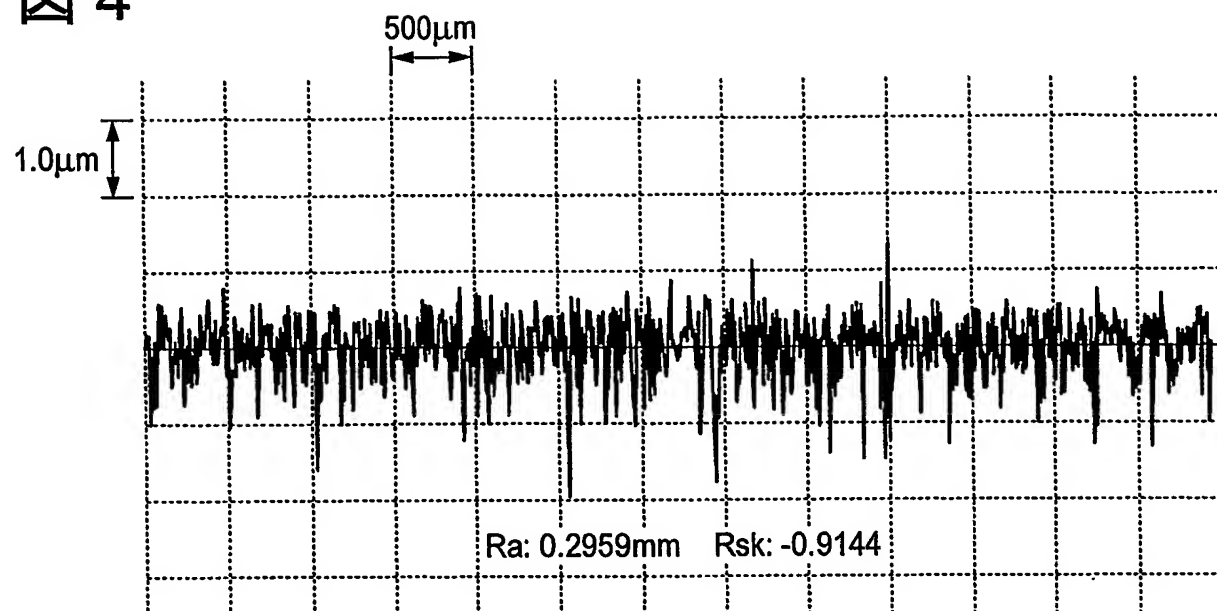


図 5

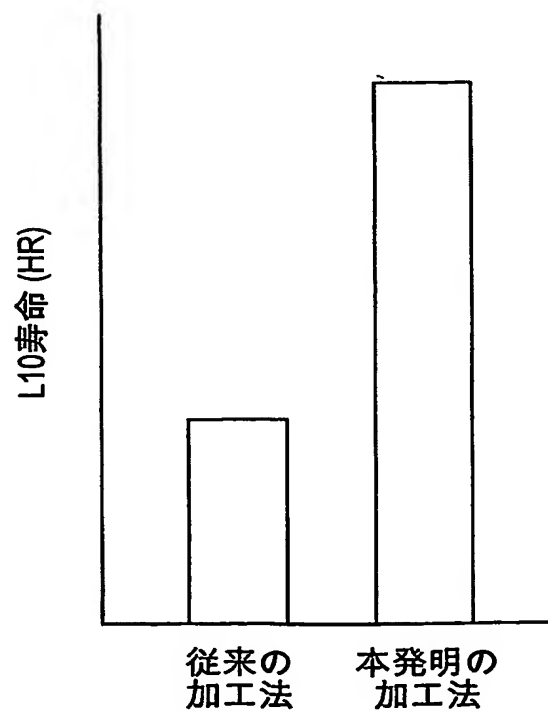


図 6

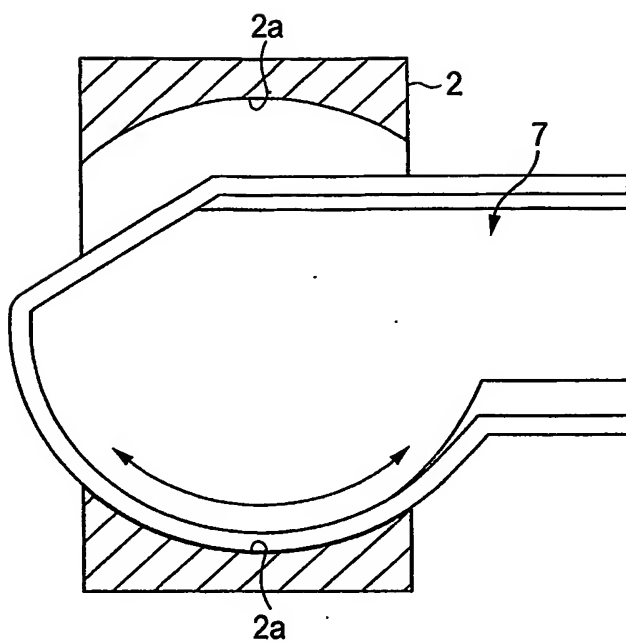


図 7

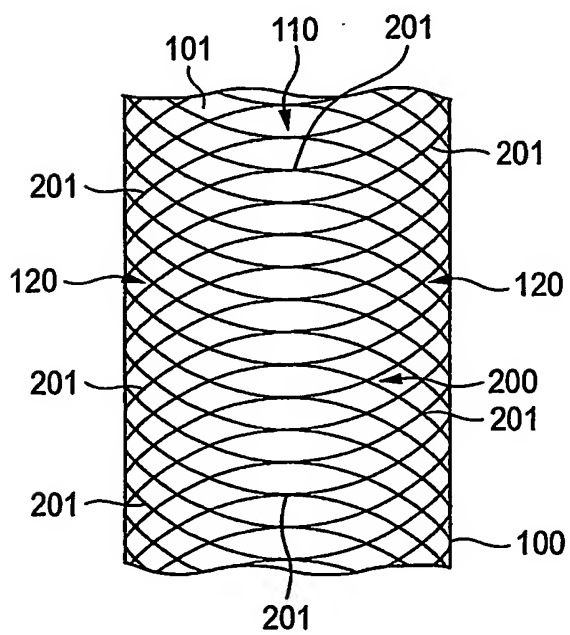


図 8 (a)

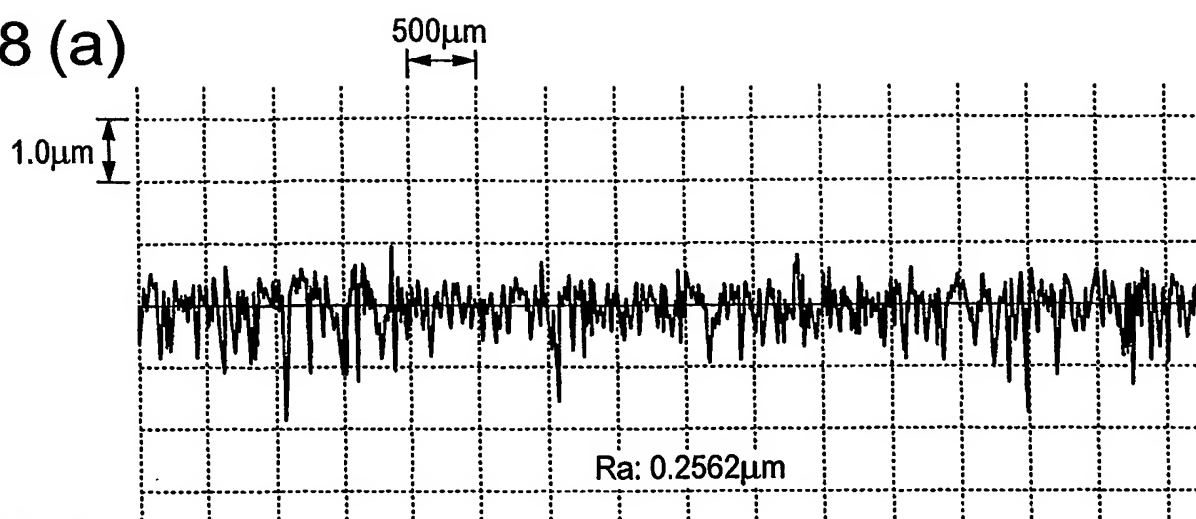


図 8 (b)

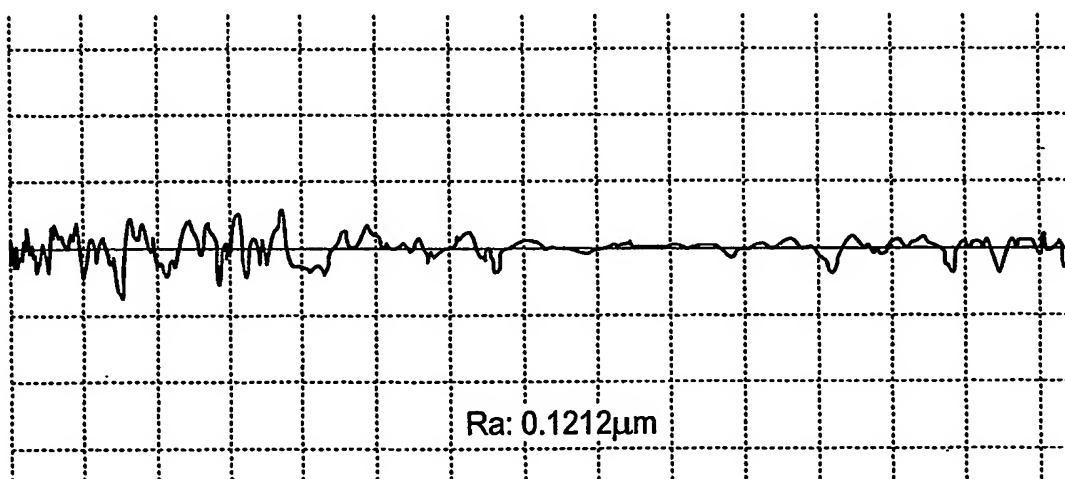


図 8 (c)

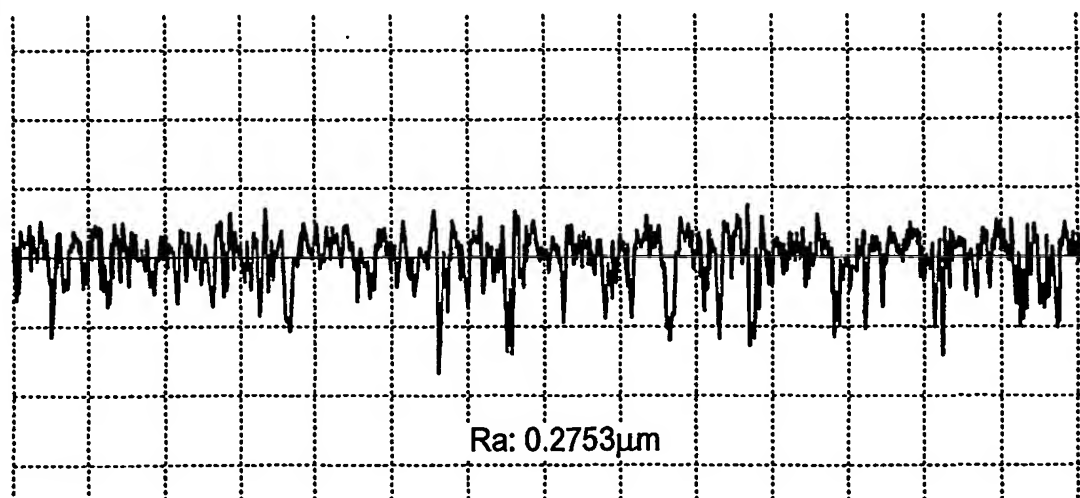


図 9

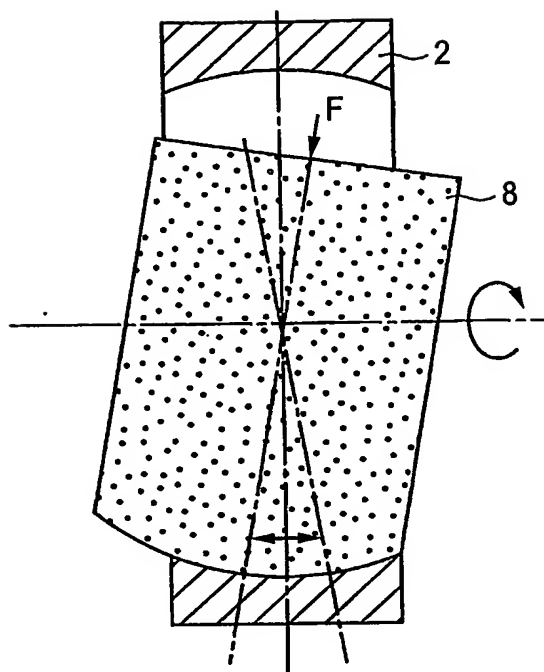
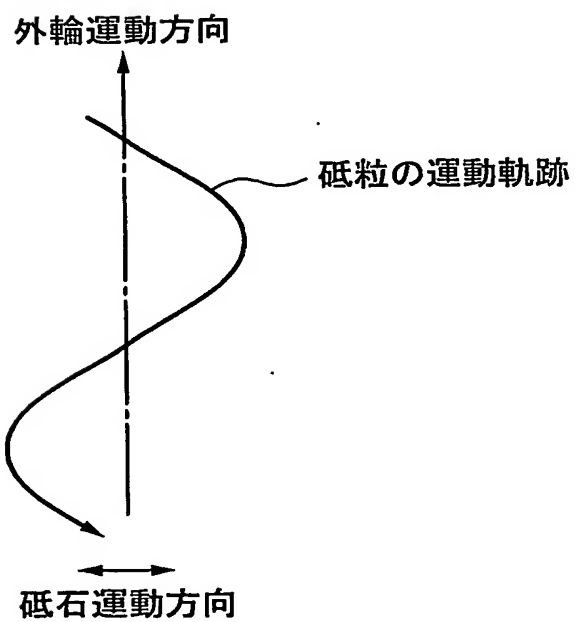


図10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/014030

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ F16C23/08, 19/38, 33/64, B24B35/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ F16C23/08, 19/38, 33/64

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 57-61933 B2 (SKF INDUSTRIAL TRADING AND DEVELOPMENT CO. B.V.), 27 December, 1982 (27.12.82), Full text; all drawings & US 3990753 A Full text; all drawings & DE 2334394 A & FR 2192645 A & GB 1441802 A & IT 1008024 A	1, 2, 4, 5
Y	JP 62-274115 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 28 November, 1987 (28.11.87), Full text; all drawings (Family: none)	1, 2, 4, 5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
13 December, 2004 (13.12.04)

Date of mailing of the international search report
28 December, 2004 (28.12.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/014030

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 1-220720 A (NSK Ltd.), 04 September, 1989 (04.09.89), Full text; all drawings & US 4916751 A Full text; all drawings & GB 2216200 A	1, 2, 4, 5
Y	JP 5-306719 A (NTN Corp.), 19 November, 1993 (19.11.93), Full text; all drawings (Family: none)	1, 2, 4, 5
A	JP 55-33983 A (Aktiebolaget SKF), 10 March, 1980 (10.03.80), Full text; all drawings & US 4557613 A Full text; all drawings & DE 2935023 A & FR 2434954 A & GB 2033494 A & IT 1162535 A	1-6
A	JP 2900527 B2 (NSK Ltd.), 19 March, 1999 (19.03.99), Full text; all drawings & US 5145267 A Full text; all drawings	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ F16C23/08, 19/38, 33/64, B24B35/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ F16C23/08, 19/38, 33/64

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 57-61933 B2 (エス・ケー・エフ・アンデユストリアル・トレーディング・アンド・デベロップメント・カンパニー・ピー・ブイ) 1982. 12. 27, 全文, 全図 &US 3990753 A, 全文, 全図 &DE 2334394 A &FR 2192645 A &GB 1441802 A &IT 1008024 A	1, 2, 4, 5
Y	JP 62-274115 A (光洋精工株式会社) 1987. 11. 28, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13. 12. 2004

国際調査報告の発送日

28.12.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

鳥居 稔

3 J

8 5 1 3

電話番号 03-3581-1101 内線 3328

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 1-220720 A (日本精工株式会社) 1989. 09. 04, 全文, 全図 &US 4916751 A, 全文, 全図 &GB 2216200 A	1, 2, 4, 5
Y	JP 5-306719 A (エヌティエヌ株式会社) 1993. 11. 19, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 5
A	JP 55-33983 A (アクチエボラゲド・エス・カール・ エフ) 1980. 03. 10, 全文, 全図 &US 4557613 A, 全文, 全図 &DE 2935023 A &FR 2434954 A &GB 2033494 A &IT 1162535 A	1-6
A	JP 2900527 B2 (日本精工株式会社) 1999. 03. 19, 全文, 全図 &US 5145267 A, 全文, 全図	1-6